



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

O DESENHO DA VARANDA E SUA REPERCUSSÃO AMBIENTAL NA ARQUITETURA DAS CASAS BRASILEIRAS.

Gogliardo Vieira Maragno (1); Helena Coch (2)

(1) Doutor, Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, gogliardo@maragno.arq.br

(2) Doutora, Professora da Universidad Politécnic de Catalunya, helena.coch@upc.edu

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Departamento de Estruturas e Construção Civil,
Caixa Postal 549, Campo Grande - MS, 79070-900, Tel.: (67) 3345-7476

RESUMO

A varanda constitui um tipo específico de espaço intermediário que atua como filtro tridimensional entre o que convém e o que não convém para a habitabilidade de uma edificação. Dentre suas múltiplas funções destaca-se a de proporcionar sombra, considerada por inúmeros autores como a proteção mais adequada ao rigor das radiações solares em climas quentes. O domínio de seu desenho por parte dos arquitetos tem ocorrido de maneira intuitiva, fato justificado em parte pela existência um número reduzido de estudos a respeito de sua eficiência quanto ao condicionamento térmico e eficiência energética. Ao mesmo tempo em que a varanda protege o envoltório, evitando seu sobreaquecimento, ela proporciona um espaço protegido, ventilado e sombreado, que proporciona o desenvolvimento de diversas atividades em uma casa. O trabalho objetiva confirmar a persistente presença da varanda na arquitetura brasileira e verificar como diferentes estratégias e variáveis projetuais utilizadas em seu desenho repercutem sobre a incidência de radiação solar. Para tanto, utiliza o universo de seis publicações de dois períodos específicos da arquitetura brasileira, e delas estrai os exemplares para estudo. A identificação das principais estratégias projetuais permite estabelecer uma varanda considerada modelo e a partir dela variações que, através de simulações realizadas pelo software Héliodon 2 realizar comparações entre a radiação solar acumulada sobre as superfícies horizontais e verticais diretamente protegidas pela varanda. Como resultado, identifica nove estratégias gerais empregadas pelos arquitetos, tanto no período de difusão da arquitetura moderna, meados do século XX, como no período mais recente, últimos vinte anos e, a partir das simulações realizadas sintetiza relações diretas entre estratégias e variáveis, tais como o grau de enclive, profundidade, comprimento e existência de apoios maciços, cobogós ou obstáculos externos e a eficiência no bloqueio das radiações solares. Permite concluir que a opção por determinada estratégia é determinante nas variáveis definidoras da varanda, que por sua vez repercutem distintamente podendo aumentar ou diminuir a eficiência quanto à proteção solar.

Palavras-chave: proteção solar, espaço intermediário, varanda, simulação computacional.

ABSTRACT

The veranda sets a specific type of transitional space that acts as a three-dimensional filter between what is appropriate and not for the habitability. Among its features stand out the shading, the most appropriate protection from the accuracy of solar radiation in hot climates, for many authors. The domain of the design of verandas by the architects has been intuitive for the lack of studies on the impact of their design in thermal efficiency. At the same time the veranda protects the envelop avoiding its overheating, it provides a protected, ventilated and shaded space which provides the development of various activities in a home. The work aims to confirm the continued presence of the veranda in architecture Brazilian and to show how different strategies and variables projective used in design reflects on the incidence of solar radiation. For this, we use the universe of six publications about two periods of Brazilian architecture, and extract of them the examples to study. The identification of the main design strategies allows establish one veranda as a model and from it, variations to perform simulations by Heliodon 2 to compare the accumulated solar radiation on horizontal and vertical surfaces directly protect by the veranda. As a result, the work identifies nine general strategies used by architects, both in the diffusion of modern architecture, mid-twentieth

century, as the most recent period, last twenty years and. By simulations, it summarizes direct connections between strategies and variables such as degree of enclave, depth, length, columns, lattices, external obstacles on their efficiency in blocking solar radiation. The choice of particular strategy is decisive in the variables defining of the veranda which in turn may affect distinctly increase or decrease of sun protection.

Keywords: solar shading, transitional space, veranda, computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

Autores consagrados como Olgyay (1963), Givoni (1969) e Konya (1981), concordam que os elevados níveis de radiação solar, iluminância do céu e abundância de chuvas nos climas tropicais tornam imprescindíveis à proteção contra sol e chuva dos envoltórios, indicando como desejáveis a criação de espaços cobertos e sombreados junto às edificações. Yannas (2001) vai mais além defendendo que espaços intermediários semiabertos com essas características em climas com significativos períodos quentes são tão importantes ou, em determinadas situações, ainda mais importantes que os espaços fechados, devendo por isso receber a máxima atenção por parte dos projetistas. Entretanto, se por um lado se reconhece a importância dos espaços intermediários sombreados, dos quais a varanda no Brasil é um dos principais exemplos, por outro o domínio de seu desenho vem ocorrendo de maneira quase intuitiva, provavelmente pela ausência ou pouca disponibilidade de estudos que demonstrem a efetiva repercussão de seu desenho nos distintos âmbitos da abordagem ambiental.

É sabido que o ganho de calor através da radiação solar constitui uma das principais parcelas no balanço térmico dos edifícios, razão pela qual os dispositivos e espaços de sombra constituem estratégia primordial na obtenção de conforto térmico de climas quentes. Além disto, a quantidade de radiação solar incidente possui relação direta sobre a temperatura radiante média, importante variável no que diz respeito aos índices de conforto térmico. De maneira aproximada e para condições idênticas de ventilação é possível considerar a sensação térmica como uma média entre a temperatura do ar e a temperatura radiante. Assim, a sombra, diminuindo consideravelmente a parcela correspondente a temperatura radiante, contribui na melhoria da sensação térmica em situações de calor, principalmente quando associada à ventilação, ambos fatores proporcionados pela varanda.

A varanda constitui um tipo específico de espaço intermediário: possui uma cobertura, limite físico horizontal que protege das radiações diretas do sol e da chuva, e apresenta limites verticais com diferentes graus de materialidade entre si e os espaços contíguos - interiores ou exteriores. Em geral os limites físicos como o exterior não são muito definidos. A separação costuma ser constituída pelo próprio limite da sombra, por uma franja de penumbra ou somente pelo limite sutil determinado pela linha de piso ou projeção da cobertura. Estas características espaciais agregam qualidades ambientais ao espaço, que além de sombreado e ventilado é visualmente integrado ao entorno.

É possível detectar a varanda desde o princípio na arquitetura brasileira. Apesar da origem atribuída aos portugueses, que a teriam introduzido no início da colonização, espaços sombreados e abertos já estavam presentes em diversas tipologias de edificações indígenas. Com o tempo ela foi transformada e adaptada às condições climáticas e sociais das diferentes regiões do país, e foi no início do século XX, com a introdução do vocabulário moderno, quando seu emprego sofreu maior impulso, ultrapassando o âmbito de elemento da arquitetura popular para incorporando-se ao vocabulário da arquitetura moderna (fig. 1). Neste período inicial do modernismo, ao mesmo tempo em que arquitetos buscavam a permeabilidade visual proporcionada pela transparência do vidro aplicada a volumes puros, o rigor da radiação solar e a grande disponibilidade de luz natural determinava que se protegessem os fechamentos envidraçados.

Por um lado os brise-soleils foram uma solução muito difundida na busca de proteção solar das superfícies verticais, porém as soluções das varandas propiciavam, além disto, espaços sombreados e ventilados. Espaços que, por uma multiplicidade de estratégias e variáveis projetuais, se incorporaram ao modo moderno de viver do brasileiro e terminaram por constituir em muitos casos o espaço mais utilizado da casa brasileira. Na atualidade se pode verificar um crescimento nas dimensões e nas funções das varandas, seja na arquitetura popular, ou seja naquela realizada pelos mais prestigiosos arquitetos. Sua persistente presença permite afirmar que as diferentes estratégias de projeto utilizadas em seu desenho têm contribuído para dotar a arquitetura brasileira de uma identidade própria.

No entanto, o seu largo emprego e incorporação no vocabulário dos arquitetos puderam ser observados na pesquisa como fruto mais de suas possibilidades nas dimensões estéticas e funcionais que pela sua contribuição do condicionamento ambiental. Segue-se empregando a varanda como espaço de sombra e de abrigo da chuva, mas observa-se principalmente seu aspecto funcional e simbólico na arquitetura da casa, deixando de aproveitar todo seu potencial no controle ambiental. Um maior domínio dos aspectos ambientais

relacionados ao seu projeto pode contribuir alcançar resultados mais satisfatórios quanto ao conforto termolumínico, a eficiência energética e à desejável sustentabilidade.



Figura 1 – A varanda no Brasil: (A) abrigo indígena; (B) casa colonial, (C) casa modernista (MARAGNO, 2010).

2. OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo confirmar a persistente presença da varanda na arquitetura brasileira e verificar como a utilização de diferentes estratégias e variáveis projetuais por parte dos arquitetos repercute em uma maior ou menor incidência de radiação solar direta sobre as superfícies horizontais e verticais diretamente abrigadas pela varanda

3. MÉTODO

Na parte específica da pesquisa abordada por esse trabalho, o ponto de partida é a verificação e quantificação da incidência de varandas em projetos residenciais de arquitetura moderna e contemporânea no Brasil. Como recorte temporal, foram definidos dois períodos representativos: arquitetura moderna - primeiros vinte e cinco anos, de introdução e difusão da arquitetura moderna no país; arquitetura contemporânea - caracterizada pelos últimos vinte anos. Para validar a abrangência e fornecer o universo das amostras foram selecionadas seis publicações, quatro livros e duas revistas, que pudessem representar a produção de arquitetura destes períodos. O período da arquitetura moderna foi pesquisado através de dois destacados livros, um deles um verdadeiro catálogo de exposição, que apresentaram ao país e ao mundo a arquitetura moderna brasileira da primeira metade do século XX: *Brazil Builds* (GOODWIN, 1943) e *Modern Architecture in Brazil* (MINDLIN, 1956). O período da arquitetura contemporânea foi pesquisado através dos livros *Ainda Moderno? Arquitetura Brasileira Contemporânea* (CAVALCANTI; LAGO, 2005) e *Casas Brasileiras* (SEGRE, 2006). Os dois contêm exemplares de projetos das décadas de 1980 até 2000, sendo o segundo deles exclusivo de casas. Além deles, para o período recente, utilizaram-se duas revistas de arquitetura dentre as de maior circulação no país: *ProjetoDesign* da Arco Editorial e *aU – Arquitetura & Urbanismo* da Editora Pini, analisando casas e apartamentos publicados nos números referentes aos anos de 2008 e 2009.

A segunda etapa foi de análise dos projetos, que considerou inicialmente os aspectos projetuais relacionados às tipologias, variáveis arquitetônicas e definidores da forma, estes últimos adaptados dos descritos por Coch (2003): situação no volume e distribuição em seu perímetro, distribuição horizontal e vertical ao longo dos edifícios, situação na fachada, grau de enclave, relação com o interior, forma essencial, fechamento, constituição da forma, caracterização geométrica e relação largura-profundidade.

Foram estudados 64 projetos (43 casas e 21 edifícios de apartamentos) do período da arquitetura moderna e 136 projetos (120 casas e 16 edifícios de apartamentos) do período atual. Esta análise visou preliminarmente confirmar a existência de diferentes estratégias projetuais empregadas pelos arquitetos no desenho das varandas, reconhece-las e classifica-las. Foram identificadas seis estratégias no período inicial que se desdobraram em nove no período recente, sendo uma delas específica para os edifícios verticais.

A etapa seguinte consistiu em simular a radiação solar direta acumulada sobre superfícies horizontais e verticais diretamente protegidas por uma varanda, buscando verificar a eficácia de mascaramento. Considerou-se que ainda que as varandas estejam expostas também as radiações difusas, refletidas e reemitidas, a radiação solar tem efeito preponderante sobre os ganhos de calor. Pessoas, objetos e superfícies nas sombras das varandas são protegidos da incidência da radiação solar direta que podem significar acréscimo da temperatura das superfícies expostas ou inclusive no incremento da temperatura efetiva corrigida no espaço (BAKER, 2001). Verificou-se que a efetividade de sua ação na proteção solar está relacionada diretamente às características espaciais proporcionadas pelas estratégias e variáveis empregadas.

A simulação foi realizada comparativamente verificando a incidência da radiação solar direta segundo a partir de uma varanda considerada como “modelo” com dimensões de 6,0 x 3,5 x 2,5 (comprimento,

largura, altura), sem apoios e saliente em relação a fachada de uma edificação. Primeiramente esse modelo foi comparado com uma situação sem nenhuma varanda, o que permitiu quantificar sua contribuição específica. Em seguida foram realizadas simulações com o modelo com as seguintes variações ambientais: latitude (0°, 15° e 30°S) e orientação (norte, sul e leste-oeste), diferentes horários (8, 12 e 16h) e sempre em situação de verão (solstício). As simulações comparativas foram realizadas com as seguintes variações: menor profundidade (equivalente também a menor altura), menor comprimento, varanda encravada, com apoios maciços, cobogós e com um muro como obstáculo externo.

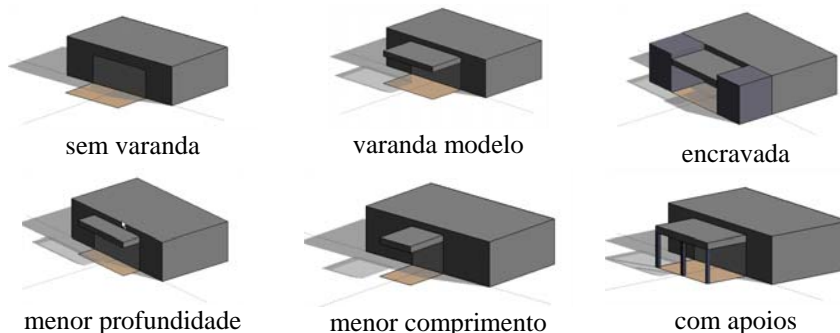


Figura 2 – Situação sem varanda, varanda modelo e algumas das variáveis. (MARAGNO, 2010)

Utilizou-se o programa Heliodon 2, versão 2009 (BECKER; MASSET, 2009), principalmente pela simplicidade de sua aplicação e diversidade de opções de análises, atributos que se mostram úteis justamente como auxiliar no processo projetual. Além dos valores totais de radiação acumulada por período, dado principal utilizado nas análises comparativas, o programa oferece visualizações de perspectivas com respectivas sombras, cartas solares com o mascaramento em projeção estereográfica, gráficos de radiação acumulada no solstício de verão, que permitiram comparar o total de radiação acumulada hora a hora entre a situação de proteção solar e sem, portanto com varanda e a situação sem proteção, além de projeções isócronas do fluxo de radiação solar ao longo do ano representando as horas e os dias de maneira equidistante.

Os cálculos foram efetuados nas superfícies horizontal e vertical imediatamente abaixo da cobertura da varanda, consideradas como áreas a serem protegidas. Foi sempre considerado céu claro e não se considerou o albedo e as radiações refletidas. Na pesquisa consideramos que a comparação entre a intensidade de radiação solar acumulada nestas duas superfícies de uma varanda quando comparadas com as mesmas superfícies de uma situação sem varanda demonstra pode demonstrar explicitamente a contribuição do sombreamento por ela proporcionado.

4. RESULTADOS

4.1. A persistência da varanda

Os livros e as revistas empregados na pesquisa retratam o panorama da arquitetura produzida no país em cada período e com suas características ambientais: de respeito e adaptação ao clima que se procurou desenvolver na primeira metade do século XX e a arquitetura que busca recuperar estes valores nos anos recentes. Destacando-se do conjunto geral os projetos de residências e edifícios de apartamentos em relação aos demais programas, foi possível verificar o percentual de projeto com a presença de varandas em relação ao total. As tabelas 1, 2 e 3 sintetizam o encontrado:

Tabela 1 – Incidência de varandas nos projetos publicados livros de arquitetura moderna.

	Brazil Builds		Modern Architecture in Brazil	
	total	com varandas	total	com varandas
Casas	7	5 (71%)	36	33 (92%)
Apartamentos	6	6 (100%)	15	13 (87%)

Tabela 2 – Incidência de varandas nos projetos publicados livros de arquitetura atual.

	Ainda Moderno		Casas Brasileiras	
	total	com varandas	total	com varandas
Casas	27	24 (88%)	42	35 (88%)
Apartamentos	3	2 (67%)	-	-

Tabela 3 – Incidência de varandas nos projetos publicados nas revistas de maior circulação no período 2008-2009.

	ProjetoDesign		aU	
	total	com varandas	total	com varandas
Casas	27	27 (100%)	24	20 (83%)
Apartamentos	7	6 (86%)	6	4 (67%)

Fica patente a predominância de casas e apartamentos com varandas em relação aos demais, confirmando sua destacada e importante presença no programa da casa brasileira nos dois períodos. Ainda que se considere que esse tipo de publicação privilegie a arquitetura de autoria e, portanto diferenciada em relação ao padrão geral, a observação da paisagem das cidades brasileiras permite verificar sua presença também na arquitetura cotidiana e de classes sociais menos elevadas, ressaltando-se que não era esse o foco da pesquisa. Mesmo nas casas de classes de menor renda, que consomem outra arquitetura, mais simples, também estão presentes as varandas, constituindo muitas vezes o espaço mais agradável da moradia. Algumas destas varandas são varandas diferenciadas quanto ao uso, destinadas a atividades de lazer, de encontros sociais, de refeições, de serviço doméstico, outras são varandas de uso múltiplo atendendo mais de uma destas funções. Observa-se que mesmo em conjuntos habitacionais construídos com área mínima e orçamentos limitados, e por isso sem a inclusão de varandas, através da autoconstrução os próprios moradores superaram as limitações, como confirma Kowaltowski (2003).

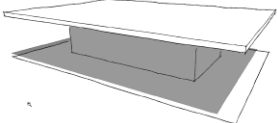


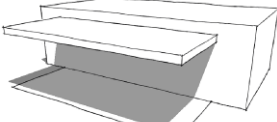


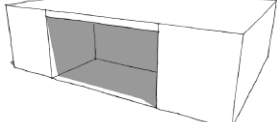


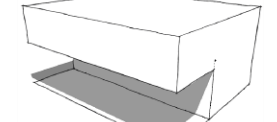


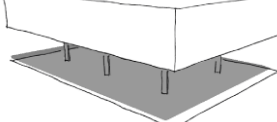


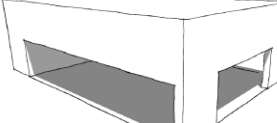


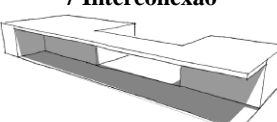


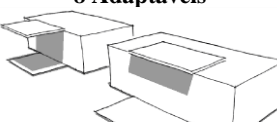


4.2. Estratégias de desenho da varanda

A integração com o exterior foi um dos princípios almejados pela arquitetura moderna. Era obtida principalmente através da transparência literal oferecida pelo vidro, que passou a ser largamente utilizado em vãos e dimensões cada vez maiores. Entretanto, as características dos climas tropicais, predominantes no Brasil, demandaram soluções de sombreamento das superfícies transparentes e o brise-soleil foi uma das soluções que obteve, inclusive, muito destaque na crítica especializada chegando a ser considerado um dos principais caracterizadores da arquitetura moderna brasileira da primeira metade do século XX. Mas além deles, outras soluções foram utilizadas, inclusive muitas já presentes na arquitetura tradicional que foram adaptadas e incorporadas ao novo repertório formal através da utilização de técnicas e linguagens inovadoras. É o caso da varanda que proporcionava outro tipo de transparência, a fenomenológica ou tridimensional em contraposição à transparência literal ou física do vidro, de acordo com o que descreveram Rowe e Slutsky (1963).

O estudo das publicações referentes à primeira metade do século XX, em especial *Brazil Builds e Modern Architecture in Brazil*, evidenciou que a varanda esteve já presente mesmo naquela que é considerada a primeira casa modernista em São Paulo, a Casa Santa Cruz de Warchavchik. Por detrás de uma platibanda com uma fachada racional, loosiana, ocultava-se uma varanda de linhas tradicionais. Da mesma forma, os projetos da fase de transição ao moderno de Lucio Costa, as conhecidas “casas sem donos”, conceituais, bem como outras casas construídas contam com a varanda em destacado protagonismo, até mesmo através de uma adaptação de uso dos pilotis corbusianos. Também primeira fase da arquitetura de Niemeyer ela está presente, ainda mais evidente, extrovertida e generosa que na de Lucio Costa. Ficou demonstrada sua presença destacada na obra de outros arquitetos de renome como Afonso Eduardo Reidy, Lina Bo Bardi, Vilanova Artigas, Sérgio Bernardes, Oswaldo Bratke, entre outros. A análise tipológica demonstrou que as varandas neste período foram desenhadas a partir de cinco estratégias recorrentes: através dos pilotis, da extensão da cobertura, do recuo ou subtração de paredes, da adição de novas coberturas, geradas por grandes vãos, além das varandas salientes ou encravadas dos edifícios verticais.

Já o estudo da produção arquitetônica mais recente, presente nos livros *Casas Brasileiras e Ainda Moderno*, bem como no período de 2008-2009 nas revistas *Projeto e aU*, permitiram verificar que a geração de arquitetos mais jovens e em atividade apesar de utilizar novas linguagens e incorporar novos materiais e tecnologias não se afasta muito das referências da arquitetura moderna. A resposta climática apesar de presente muitas vezes não se evidencia mais como a preocupação primordial ou diretriz principal do projeto. As intenções formais e a criação de espaços funcionais já consagrados no programa da casa brasileira são predominantes, porém também acabam por oferecer protagonismo às varandas com dimensões generosas, funções diversificadas e buscando, segundo palavras dos próprios autores, alcançar uma estética da sustentabilidade, sem que eles sejam capazes de explicar o que isto exatamente signifique (MARAGNO, 2010).

Tabela 4 – Síntese das estratégias projetuais com exemplos, características e repercussões.

Estratégia projetual	Arquitetura moderna	Arquitetura atual	Características e Repercussões
<p>1 Extensão da cobertura</p> 			<p>São normalmente salientes com eficiência na proteção solar em função da orientação e relação altura x profundidade. Proporcionam boa ventilação e proteção à chuva.</p>
<p>2 Adição de nova cobertura</p> 			<p>Sempre salientes com características semelhantes a anterior. Proteção solar e da chuva reduzida nas extremidades. Possibilita abertura extra para iluminação.</p>
<p>3 Subtração de massa</p> 			<p>Encravadas de pequena a média dimensão. Proporcionam muita sombra e proteção à chuva, restringindo parcialmente a ventilação, o que permite que seja usada para proteger de brisas indesejadas.</p>
<p>4 Recuo das paredes</p> 			<p>Salientes em relação ao espaço interno imediato, porém sob massa construída. Proporcionam boa sombra e proteção à chuva além de contar com a massa térmica da cobertura.</p>
<p>5 Pilotis</p> 			<p>Varandas em todo o térreo em geral integrando-se com o interior verticalmente. Amplo espaço sombreado com boa proteção à chuva, bem ventilado e dispendo da massa térmica do piso superior.</p>
<p>6 Grandes Vãos</p> 			<p>Resultantes de vãos proporcionados pela solução de coberturas e estruturas, muitas vezes resultam em varandas ocupando espaços residuais. Eficiência varia com a solução.</p>
<p>7 Interconexão</p> 			<p>Normalmente com pouca profundidade gerando sombra longa e rasa. Proteção maior nos pontos de contato com os blocos. Geram espaços bem ventilados com eficiência em função da relação altura x profundidade.</p>
<p>8 Adaptáveis</p> 			<p>Características variáveis podendo adaptar-se a hora, dia e situação de uso. Podem ser salas que se transformam em varandas, varandas que se fecham como salas ou ainda varandas que se recolhem. Repercussões variáveis.</p>

Utilizando os elementos considerados na análise – tipologias e variáveis projetuais além dos definidores da forma – foi possível identificar nove estratégias empregadas nos anos recentes. Algumas delas como resultado de adaptações de estratégias já presentes no período moderno, a saber: extensão da cobertura, adição de novas coberturas, subtração de massa, recuo no alinhamento de paredes, pilotis, grandes vãos, interconexão, adaptáveis e as varandas verticais, nos edifícios de apartamentos. Surgem duas novas estratégias no desenho das varandas: por interconexão e as varandas adaptáveis, esta última uma estratégia já experimentada por Lucio Costa em sua Casa Hungria Machado em 1942. Cada uma dessas estratégias repercute em maior ou menor grau em diferentes aspectos ambientais, como demonstra a tabela 4 de maneira sintetizada.

4.3. A incidência da radiação solar direta em diferentes situações de varandas

Em climas quentes úmidos a intensidade da radiação é determinante na necessidade de proteção solar e consequente sombreamento. Varandas funcionam como generosos protetores solares horizontais fixos. Em algumas situações específicas e principalmente nas varandas encravadas as paredes laterais funcionam como protetores verticais em associação com o protetor horizontal formado pela cobertura. Como protetor solar fixo integrante da estrutura da edificação elas apresentam limitações em relação a determinadas orientações e períodos com ângulos de altura solar mais baixos, que podem ser compensados pelo uso associado de outras soluções, como cobogós, por exemplo, bloqueando a incidência direta do sol sem bloquear totalmente a passagem das brisas. A comparação entre a intensidade da radiação solar para as superfícies vertical e horizontal sem varanda e para o modelo com varanda evidencia exatamente a contribuição das sombras proporcionadas pela varanda como o exemplo demonstrado pela figura 3.

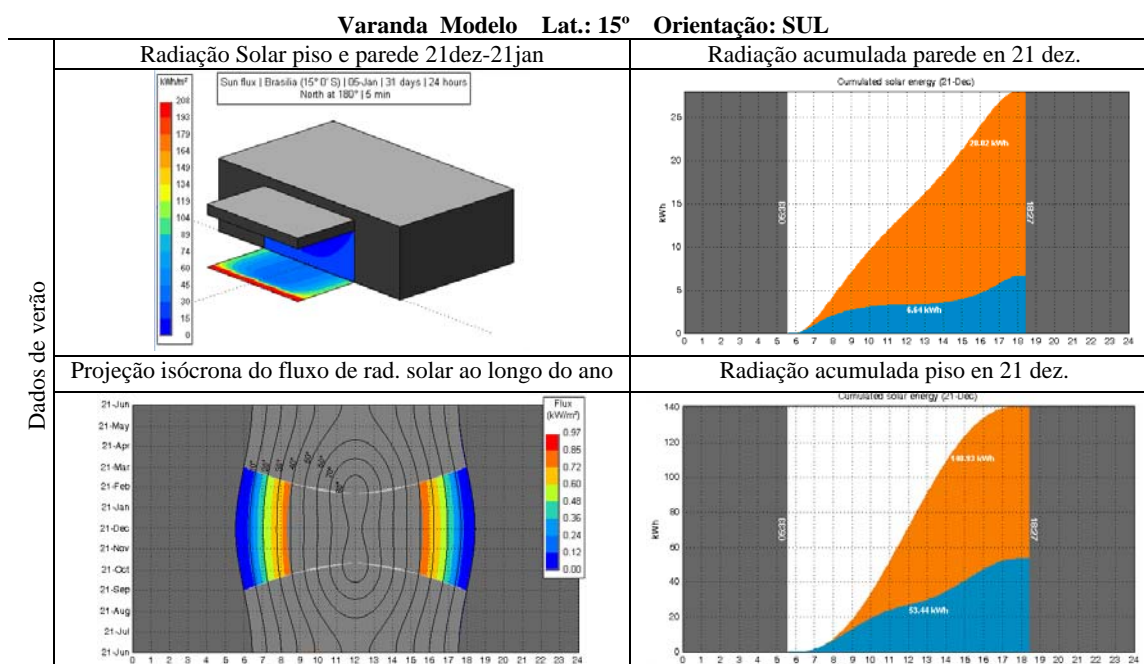


Figura 3 – Exemplo dos dados fornecidos pelo Heliodon 2 para simulação da incidência de radiação solar nas superfícies verticais e horizontais protegidas pela varanda. (MARAGNO, 2010)

A simulação realizada com o modelo descrito para a latitude 15°S mostra valores de radiação direta **acumulados** ao longo do ano nas diferentes orientações entre 155,64 e 637,93 kWh/m² para a superfície vertical (parede) e entre 1.497,76 e 1.962,83 kWh/m² para a superfície horizontal (piso) na situação sem varanda. Enquanto as mesmas variações para a situação com a varanda modelo são de 41,72 a 152,69 kWh/m² para a parede e 470,84 a 837,22 kWh/m² para o piso. Isto pode ser traduzido na constatação da contribuição da varanda no bloqueio da radiação solar, que resultou em uma redução percentual significativa de 73 a 83% na radiação para a parede e de 52 a 69% para o piso. Estes resultados sintetizados em gráficos demonstram, entre outros dados, sua eficiência mais significativa em nosso hemisfério nas faces norte, leste-oeste e sul, respectivamente (figura 4).

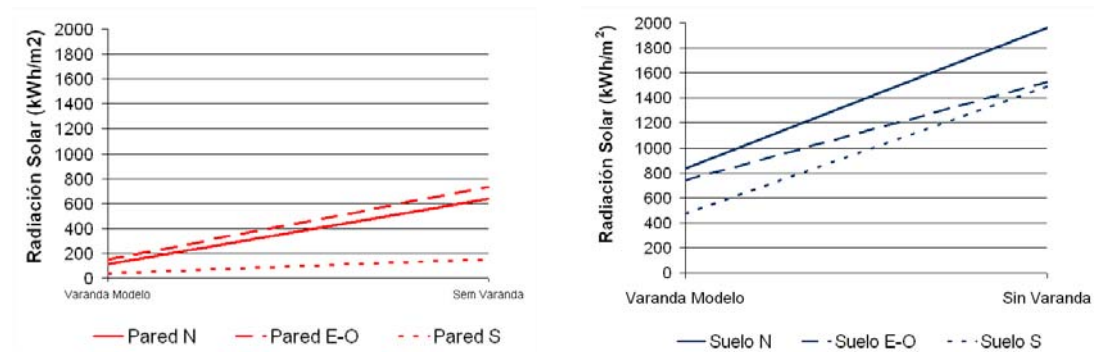


Figura 4 – Comparação da incidência de radiação solar direta em um ano entre superfícies com e sem varanda na 15° S.

4.3.1. Influência da latitude

Os efeitos do deslocamento latitudinal mostrados pelo gráfico da figura 5 confirma que a orientação norte é a mais sensível, recebendo mais radiação à medida que se afasta do Equador. O crescimento da radiação solar no gráfico demonstra uma redução da eficiência da varanda em determinadas situações: comparando-se as latitudes 0° e 30°S ocorre uma redução no bloqueio da radiação de 45% para a parede e 35% para o piso, consequência do número maior de dias e horas com exposição a incidência direta com altura do sol mais baixa. Por outro lado, a varanda com orientação sul cresce em eficiência já que o ângulo de altura do sol aumenta, enquanto as orientações leste e oeste tem um comportamento diferenciado com a proteção reduzindo até a latitude 15°S e voltando a crescer até 30°S quando se analisa o piso, enquanto segue decrescendo suavemente na parede.

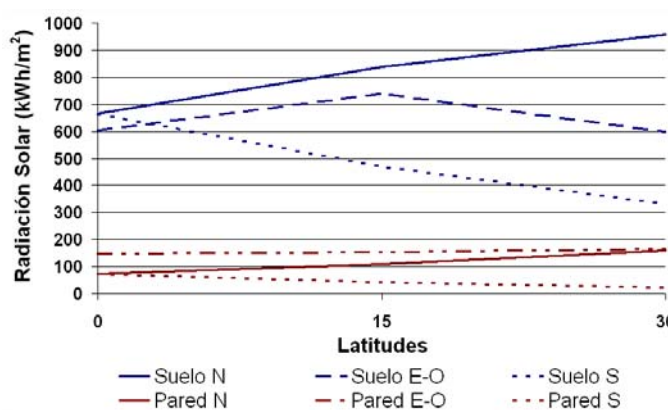


Figura 5 - Efeito da latitude no total na incidência total de radiação solar em um ano.

Destaca-se a confirmação de que as varandas orientadas para o norte são as de maior potencial de redução na radiação acumulada ao longo do ano, enquanto as orientadas ao sul adquirem importância nos meses de verão quando o sol se encontra mais próximo do Trópico de Capricórnio (figura 6).

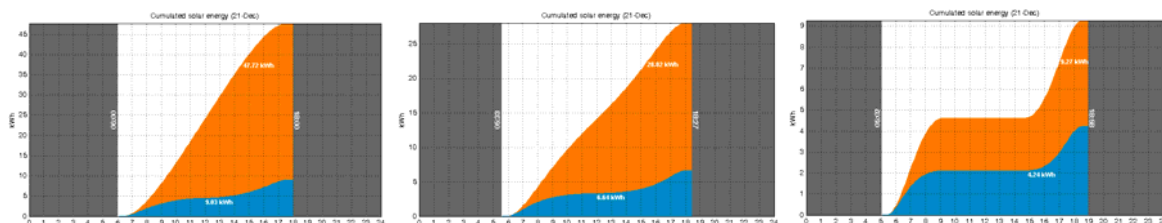


Figura 6 - Eficiência da varanda sul quanto à radiação nas latitudes 0, 15 e 30°S.

4.3.2. Influência da profundidade da varanda

Se a profundidade de uma varanda já é importante por si só pelo espaço disponível a sua utilização, em relação ao sombreamento constitui um dos principais atributos, podendo-se afirmar que é primordial em respeito à proteção solar de uma varanda. Na simulação comparou-se o desempenho da varanda modelo com profundidade de 3,5m com outra com redução de 50% na profundidade. Verificando o efeito em cada orientação percebe-se que o decréscimo na eficiência é mais significativo nas paredes leste-oeste (redução de 48%), parede norte (24%) e piso voltado para o norte (21%). Os demais variam pouco, sendo que

enquanto para o piso voltado para leste-oeste a eficiência da varanda reduz 4%, enquanto o piso voltado para sul incrementa os mesmos 4% (figura 7).

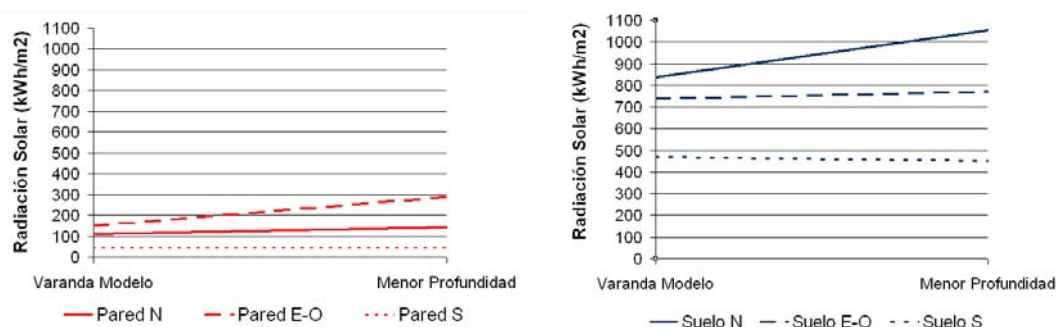


Figura 7 – Efeito da profundidade no total anual de incidência da radiação solar - latitude 15° S.

4.3.3. Influência do comprimento da varanda

Em geral não se dá muita atenção a extensão de uma varanda ao longo de uma fachada quanto ao aspecto da proteção solar. Porém a simulação demonstra que ela demanda o mesmo cuidado que com a profundidade. A comparação se fez entre o modelo com 6,0m de comprimento e uma variação com a metade do comprimento (3m). A varanda curta tem sua eficiência reduzida significativamente principalmente para as radiações com ângulos inclinados em relação a normal. Os gráficos da fig. 8 mostram que exceto no piso para leste-oeste, as demais superfícies apresentaram redução de eficiência na varanda com metade de comprimento: em relação à parede de 44% (N), 40% (S) e 25% (L-O) e em relação ao piso 36% (S) e 26% (N).

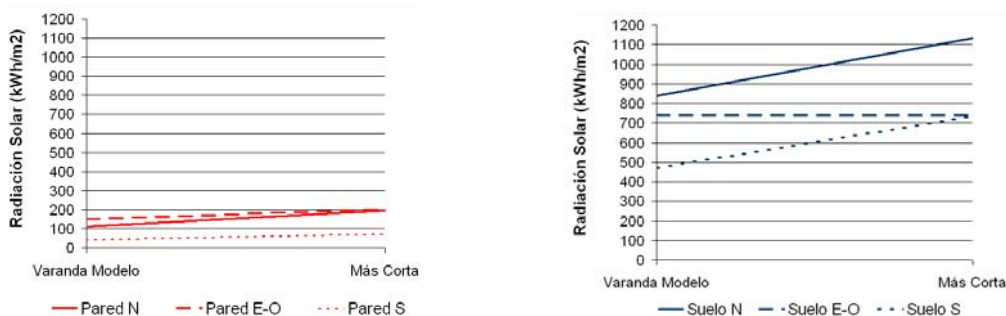


Figura 8 – Efeito do comprimento no total anual de incidência da radiação solar - latitude 15° S.

4.3.4. Influência dos apoios, muros externos e cobogós

Outro aspecto que não costuma demandar muita atenção é a relação entre a existência de apoios e de obstáculos externos em relação à eficiência da proteção solar de uma varanda. Para a simulação considerou-se a existência de apoios nas extremidades da varanda com seção quadrada (0,25x0,25m). Enquanto as sombras nas paredes som pouco sensíveis em relação a existência ou não de apoios (o maior crescimento foi na orientação leste-oeste – 7%), o solo apresenta uma sensibilidade maior com variações de 28% (L-O), 11% (N) e 10% (S).

Os muros que dividem os terrenos urbanos normalmente são altos e próximos o suficiente para bloquear parte da radiação solar em determinados períodos. Na simulação consideraram-se muros com 2m de altura afastados 8m da varanda e circundando um terreno fictício de 16m de largura. A proteção variou principalmente na orientação leste-oeste em 20% no piso. As varandas apresentam maior eficiência em situações em que o sol se encontra alto na abóboda celeste, e por isso têm eficiência limitada nas orientações leste e oeste, quando então um protetor auxiliar pode melhorar seu desempenho. Na simulação aplicou-se um fechamento com cobogós em módulos de 0,25x0,25m do piso ao teto na face mais longa da varanda. O aumento da proteção na face leste-oeste foi de 29% na parede e 67% no piso. A radiação acumulada sofreu variações nas demais orientações diminuindo sua incidência em 45 e 21% no piso voltado para norte e sul.

4.3.5. Influência das varandas encravadas

É o tipo de varanda que apresenta maior proteção em relação à radiação solar. O grau de enclave pode variar de 0 (para as totalmente salientes como o modelo) até 1 (totalmente encravada) valor utilizado na comparação. Para as orientações leste-oeste o crescimento da proteção representou 44 e 46% para o piso e a parede respectivamente. Na orientação norte o crescimento variou de 55% no piso a um sombreamento total na parede, enquanto na orientação sul o crescimento foi de 83% no piso e também total na parede.

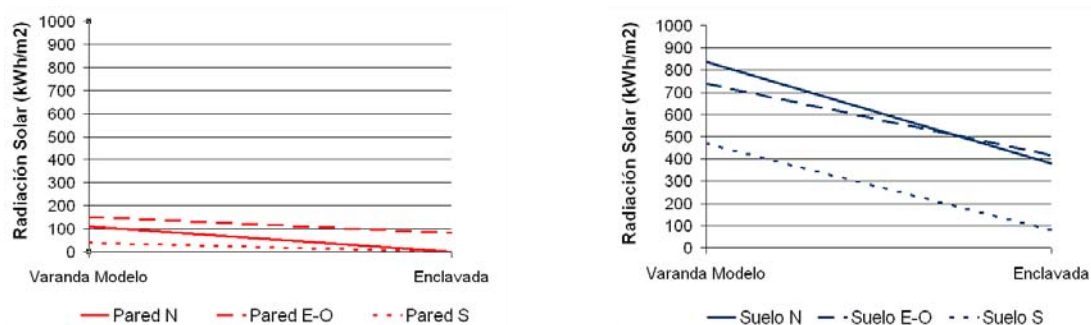


Figura 3.47 – Efeito da varanda encravada no total anual de incidência da radiação solar - latitude 15°S.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem confirmar a persistência da presença da varanda na arquitetura residencial brasileira, e seriam dois os fatores para sua recorrência tanto na arquitetura moderna quanto na contemporânea: o primeiro relacionado à sua resposta climática, atenuando os rigores da radiação solar, e o segundo relacionado às suas possibilidades estéticas principalmente em relação à transparência. A varanda permite que, mesmo com a intensidade das radiações solares seja possível lançar mão da transparência através do sombreamento das superfícies envidraçadas e do próprio espaço habitável gerado por ela.

Os projetos estudados evidenciam a significativa participação da varanda na definição da dimensão estética dos projetos, o que vem ocorrendo através do emprego de estratégias projetuais distintas. Das oito identificadas empregadas nas casas além da específica empregada nos edifícios, constatou-se que há predominância de uma delas sobre as demais na obra de alguns arquitetos, enquanto outros utilizam estratégias alternadas ou compostas e há ainda aqueles em que sua obra não permite observar alguma predominância. Isto demonstra que nem sempre a repercussão ambiental, no caso a incidência solar, é considerada, pois a opção por uma ou outra estratégia gera alternativas em relação às variáveis, tipologias e definidores da forma empregados, e por sua vez essas alternativas apresentam repercussão específica quanto a maior ou menor proteção solar da superfície de fechamento (a parede) e do espaço a ser protegido (o piso).

As simulações realizadas através do Heliodon 2 permitiram questionar alguns mitos a respeito da importância menor dos aportes de radiação solar nas faces sul no Brasil, pois também para esta orientação os aportes são significativos e a proteção solar se faz necessária. Destaca-se que a variável projetual mais sensível é a relação altura x profundidade, podendo-se generalizar a partir das comparações que quanto mais profunda, encravada, extensa em relação a fachada e dotada de mais apoios for uma varanda, maior será sua eficiência no bloqueio das radiações solares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, Nick. "Daylighting and Shading". In: KRISHAN, Arvind et al. **Climate responsive architecture: a design handbook for energy efficient buildings**. New Delhi; New York: Tata McGraw-Hill, 2001.
- BECKERS, Benoit; MASSET, Luc. **Heliodon 2**. Liege:Barcelona: 2009. Disponível em: www.heliodon.net. Consultado em out. 2009.
- CAVALCANTI, Lauro; LAGO, André. **Ainda Moderno?**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005.
- COCH, Helena. **La Utilidad dels Espais Inútils – una aportación a l'avaluació del confort ambiental a l'arquitectura dels espais intermedis**. Tese de doutorado. Universitat Politècnica de Catalunya, 2003.
- GIVONI, Baruch. **Man, Climate and Architecture**. Amsterdam; London; New York: Elsevier, 1969.
- GOODWIN, Philip. **Brazil Builds: architecture new and old 1652-1942**. New York: The Museum of Modern Art, 1943.
- KONYA, Allan. **Diseño en Climas Cálidos**. Madrid: H. Blume, 1981.
- KOWALTOWSKI, Doris et al. Verandahs and Self-built Houses: the case of Campinas, Brazil. In: Conference of Passive and Low Energy, 20. Santiago, 2003. **Anais...Santiago, PLEA 20 2003**.
- MARAGNO, Gogliardo Vieira. **Sombras Profundas: dimensão estética y repercusión ambiental de diseño de las varandas en la arquitectura brasileña**. Tese de doutorado. Universitat Politècnica de Catalunya, 2010.
- MINDLIN, Henrique. **Modern Architecture in Brazil**. Rio de Janeiro; Amsterdam: Colibrís, 1956.
- OLGYAY, Victor. **Design with Climate**. Princeton: University Press, 1963.
- ROWE, Colin; SLUTSKY, Robert. Transparency: literal and phenomenal. *Perspecta*. V. 8. P. 45-54. New Haven: 1963.
- SEGRE, Roberto. **Casas Brasileiras = Brazilian Houses**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley, 2006.
- YANNAS, Simos. "Passive Heating and Cooling Design Strategies". In: KRISHAN, A.; BAKER, N.; YANNAS, S.; SZOKOLAY, S. **Climate Responsive Architecture – A Design Handbook for Energy Efficient Buildings**. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing, 2001.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a CAPES pela bolsa de estudos que financiou seu doutorado.